

Deutschland forscht auf der ISS 2019/2020



Fast alle deutschen Experimente werden vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.



Fliegendes Klassenzimmer 2
Wie bei seiner ersten ISS Mission „Blue Dot“ hat der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst in „horizons“ wieder einfache „Mini-Versuche“ extra für junge Leute durchgeführt, um auf ganz leicht verständliche Art zu zeigen, was man in Schwerelosigkeit tun kann. So demonstriert er das Verhalten von Granulaten als Stößdämpfer, indem er kleine Minigefäße gefüllt mit Kügelchen, die vorher auf der Erde bei 3D-Druck hergestellt wurden, gegen eine Metallplatte wirft. Er löst das Rätsel der schwebenden Dose, indem ihr Verhalten bei Kollisionen, Translationen- und Rotationsbewegungen zeigt. Drei Kugeln in dieser Dose beeinflussen das unerwartete Verhalten durch ihren Energieaustausch. Die Kristallisation wird untersucht, indem er kleinste Kügelchen in einem durchsichtigen Behälter schüttelt und diese sich durch Reibung elektrostatisch aufladen. Es bilden sich interessante Strukturen, die über mehrere Tage mit einer speziellen 3D-Lichtkameranähe aufgenommen wurden. Durch die dreidimensionalen Aufnahmen konnten sogar wissenschaftliche Auswertungen am Boden gemacht werden. Für die Zuschauer von „Der Sendung mit der Maus“ erklärt A. Gerst das Rückstoß Prinzip, indem er eine kleine Rakete in der ISS startet. Alle diese Videos und noch weitere sind auf den Jugendportal „DLR_next“ zu sehen.

KONTAKT:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt und Universität Köln, Prof. Dr. Matthias Sperl
E-Mail: Matthias.Sperl@dlr.de, Internet: DLR.de

Beschützer der Erde 2.0
Was können wir für den Erhalt unserer Erde tun und wie kann Raumfahrt beim Umweltschutz helfen? So lauten die Fragen, denen Schülerinnen und Schüler der 8., 9. und 10. Klassen im DLR Ideenwettbewerb „Beschützer der Erde 2.0“ nachgegangen sind. Schulen bundesweit hatten sich für diesen Wettbewerb angemeldet, um einen von vier Lebensräumen - Städte & Dörfer, Gewässer, Felder & Wiesen oder Wälder - zu erforschen und ein Projekt zum Schutz der Erde zu entwickeln. Mit Hilfe von Erdebeobachtung und Daten von Vögeln über die Animal Tracker App des Max-Planck-Instituts für Ornithologie konnten die Schülerinnen und Schüler ihre Lebensräume besser kennenlernen und verstehen. ESA-Astronaut Alexander Gerst begleitete dieses Ideenwettbewerb als „Botschafter aus dem All“ und schickte den teilnehmenden Klassen Videobotschaften, in denen er wichtige Informationen über den Schutz der Erde vermittelte. Der Wettbewerb zielt darauf ab, die Schülerinnen und Schüler zum Forschen zu motivieren und die Möglichkeiten von Raumfahrttechnologien im Umweltschutz näher zu bringen.

KONTAKT:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Alexandra Herzog
E-Mail: Alexandra.Herzog@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr
www.Beschuetzer-der-Erde.de

Überflieger
In einem deutschlandweiten Wettbewerb im Vorfeld der Horizons-Mission konnten Studententeams die einmalige Chance gewinnen, ihr selbst entworfenen und selbst gebautes Experiment zur ISS zu schicken. Eine Expertenjury wählte die drei Sieger aus: ARISE (Universität Duisburg-Essen), EXCESS (Goethe-Universität Frankfurt am Main) und PÄPELL (Universität Stuttgart). Jedes Experiment musste in eine Box von 10 x 10 x 15 Zentimeter Größe passen und durfte nur wenige Kilogramm schwer sein. Alle drei Experimente wurden während der Mission erfolgreich durchgeführt und kehrten Anfang 2019 zur weiteren Datenauswertung zur Erde zurück.

KONTAKT:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Johannes Weppeler
E-Mail: Johannes.Weppeler@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr

Cold Atoms Lab
Die Eigenschaften einzelner Atome können genutzt werden, um wichtige physikalische Eigenschaften wie z.B. Beschleunigungen, Zeiten sowie magnetische und elektrische Felder zu messen. Dies gilt auch für Wolken aus ultra-kalten Atomen. Mit dem Cold Atoms Lab (CAL) der NASA steht seit Mai 2018 auf der ISS eine Anlage zur Untersuchung ultra-kalter Quantengase zur Verfügung. Mit CAL können erstmalig fundamental-physikalische Fragestellungen mit Quantenobjekten am absoluten Temperaturpunkt (Bose-Einstein-Kondensat, BEC) hochgenau untersucht werden. Die Langzeitversuche auf der ISS sind essenziell für die Forschung, da die erforderliche Genauigkeit der Experimente nur mit einer erhöhten Lebensdauer der BEC und dies wiederum nur unter Schwerelosigkeit erzielt werden kann. Deutsche Wissenschaftler sind in den kommenden Jahren mit mehreren Experimenten involviert an der Forschung mit CAL beteiligt. Die technischen Entwicklungen, die für Anlagen wie CAL stark vorangetrieben wurden, bilden die Grundlage für kompakte, robuste, mobile und hochpräzise Beschleunigungs- und Atomuhren, welche zukünftig sowohl auf der Erde als auch im Weltraum eingesetzt werden können. Neben der reinen Fundamentalforschung können sie etwa für Geodäsie, Klimaforschung, Rohstoffexploration und Satellitennavigation genutzt werden.

KONTAKT:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Rainer Forke
E-Mail: Rainer.Forke@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr

PK-4
Die Plasmakristall-Experimente zählen zu den erfolgreichsten Forschungsarbeiten auf der Internationalen Raumstation ISS, wie die bislang mehr als 70 wissenschaftliche Publikationen eindrucksvoll belegen. In der neuesten Experimentieranlage PK-4, die seit Ende 2014 im Columbus-Modul betrieben wird, wird nun zum ersten Mal ein Gleichstrom betriebsfähiges Plasmakammer mit einem zylinderförmigen Beobachtungsbereich von etwa 20 cm Länge und 3 cm Durchmesser verwendet. Außerdem bietet die Kammer durch einen Laser, Induktionspendel und einen Heiz-Ring verschiedene Methoden der Teilchenmanipulation. Dies ermöglicht neuartige Untersuchungen auf dem Gebiet der komplexen Plasmen, die mit den Vorgängerexperimenten PKE-Neoflow und PK3-Plus nicht erzielt werden konnten. Aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften eignet sich das neue Experiment besonders für Untersuchungen von Flüssigkeitsphänomenen (z.B. Elektrohydrologie, Schmelzviskosität oder Entmischung). Die Plasmakristallforschung auf der ISS kann daher neben grundlegenden Erkenntnissen in der Plasmaphysik und Astrophysik sowie der Festkörper- und Fluidphysik auch zur Verbesserung der Schutzschilde von Raumfahrzeugen und zur Handhabung von Plasmen in der Fusionforschung sowie im Bereich Plasmakontamination (Wundheilung, Halbleitertechnik-Technologie) beitragen.

KONTAKTE:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Pascal Heintzmann
E-Mail: Pascal.Heintzmann@dlr.de, Internet: www.dlr.de/dlr

DLR Institut für Materialphysik im Weltraum, Köln,
Dr. Hubertus Thomas
E-Mail: Hubertus.Thomas@dlr.de, Internet: www.dlr.de/mp

DCMIX-4
Dichteunterschiede aufgrund Brechungs unterschiedlicher Temperatur in einem Medium führen auf der Erde zu Konvektion. Dieses Phänomen findet man im Großen beim täglichen Wettergeschehen und ist dort für Wolkenbildung, Wind und Niederschlag verantwortlich. Im „Kleinen“ kann man dieses bei der „Wolkenbildung“ von Milchkauffeffer beobachten. Was passiert jedoch mit einer Flüssigkeitsmischung mit einem Temperaturgradienten wenn diese Dichteunterschiede nicht mehr existieren? Es kommt ebenfalls zu einem Temperatur- und Massentransport im Medium. Um diesen sogenannten Soret-Effekt messen zu können muss man unter Mikrogravitations-Bedingungen die Änderung der lokalen Wärme und Masse messen. Daraus bestimmt man die jeweiligen Transportkoeffizienten der Wärme und der Masse. Genau dieses soll im DCMIX Experiment im Selectable Optics Diagnostic Instrument (SODI) auf der ISS untersucht werden. Diese Untersuchung zielt auf wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn ab und nicht speziell auf Fortschritte in der Weltraumforschung. Die Grundlagen der Thermoeffusion zu verstehen und damit deren Auswirkungen vorherzusagen zu können, ist beispielsweise für Ökonomen von Interesse, die mittels Computersimulationen unterirdische Ölgestalten modellieren und erschließen, um diese optimal zu nutzen.

KONTAKT:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Karin Kiewisch
E-Mail: Karin.Kiewisch@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr

EML
Der Elektromagnetische Levitator (EML) ist ein Ofen für behälterfreies Aufschmelzen und Erstarren metallischer Legierungsproben auf der ISS. Er wurde im Auftrag des DLR-Raumfahrtmanagements und der ESA kooperativ entwickelt und gebaut. Alexander Gerst startete Ende 2014 während seiner Blue-Dot-Mission erfolgreich den bis heute andauernden Betrieb. Mit dem EML können hochschmelzende Legierungen in einem elektromagnetischen Dipolfeld berührungsfrei verflüssigt werden. Hierzu werden die Proben mittels elektromagnetischer Felder berührungsfrei in Reinst-Gas Atmosphäre oder Ultrahochvakuum positioniert. Dies vermeidet Keime in der Schmelze und damit eine frühe Erstarrung. Die Verkopplung von Heizen und Positionieren ist nur unter Schwerelosigkeitsbedingungen möglich und führt so zu deutlich weniger Konvektion in der Schmelze. Während der HORIZONS-Mission wurde der EML durch eine modernisierte Elektronikbox für schnelleren Datentransfer und Kompression von Videodaten aktualisiert. Dadurch können deutlich mehr Experimente in gleicher Zeit durchgeführt werden und die Daten stehen den Wissenschaftlern früher zur Verfügung. Industriepartner der Projekte versuchen mit den gewonnenen Daten Bodenproben zu optimieren. Hierzu dienen die Daten als wichtige Eingabeparameter für Computersimulationen, z.B. von industriellen Gießprozessen und Bauteilen. Dies kann wiederum in die Entwicklung neuer leichter und leistungsfähiger Materialien für Raumfahrtanwendungen einfließen.

KONTAKT:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Pascal Heintzmann
E-Mail: Pascal.Heintzmann@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr

MSL & TRANSPARENT-ALLOYS
Ein Forschungsschwerpunkt auf der ISS ist die Untersuchung von Kristallwachstum in metallischen Legierungen. Da unter Schwerelosigkeit keine Dichteunterschiede mehr auftreten, entfällt die Durchmischung der Schmelze und damit Massentransport durch Konvektion. Zurück bleibt der allein durch die Diffusion bestimmte Teil des Massentransports. Ziel ist es, das Verhalten von Schmelzen bei der Erstarrung zu verstehen und möglichst präzise Voraussagen zu können. Damit soll es möglich werden, Gießprozesse auf der Erde besser zu simulieren. Für die Untersuchung des Kristallwachstums an metallischen Proben wird schon seit einigen Jahren das Material Science Laboratory (MSL) auf der ISS eingesetzt. Für organische Modelllegierungen steht seit Ende 2017 außerdem die TRANSPARENT-1 Anlage in der Material Science Glove Box zur Verfügung. In den materialwissenschaftlichen Versuchen im MSL wird u.a. das Erstarrungsverhalten von Aluminium-Silizium- und Aluminium-Silizium-Eisen-Legierungen sowie der Übergang von ungetrichtert zu getrichtert zur Erstarrung untersucht. Mit der neuen ISS-Anlage TRANSPARENT-1 wird dieser Fragestellung nachgegangen. Von besonderem Interesse ist dabei das Kristallwachstum in eutektischen Mischungen bzw. von dendritischen Phasen. Gemessen werden dabei bestimmte Gefügekenngrößen und Parameter wie etwa Ordnungsgang, Ausbildung und Dynamik von Versetzungslinien in einem lamellaren, eutektischen Gefüge. Die Erkenntnisse aus den materialwissenschaftlichen Experimenten auf der ISS fließen unmittelbar in numerische 3D-Modelle und industrielle Prozesse auf der Erde ein, z.B. zur Entwicklung neuer leichter und leistungsfähiger Strukturmaterialien für Raumfahrtanwendungen, aber auch für neue Werkstoffe, die im Alltag auf der Erde Anwendung finden und zur Ressourcenschonung (z.B. Material-Recycling, Reduktion des Kraftstoff- und Kerosinverbrauch) beitragen.

KONTAKT:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Tobias Saltzmann
E-Mail: Tobias.Saltzmann@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr

Wireless Compose
Wireless Compose ist ein technisches Experiment, das ein drahtloses Kommunikationsnetzwerk zum effizienten Auslesen von Sensoren und zur Lokalisation von Objekten innerhalb des Columbus Moduls demonstriert. Die eingesetzte Technologie (auf dem Foto das Bernsteinfarbene Gerät) basiert auf dem Impulse Radio – UltraWideband (IR-UWB). Die spektrale Leistungsdichte ist sehr niedrig gehalten, so dass andere funksensible Systeme nicht gestört werden und die eigene Kommunikation weniger anfällig für externe Störungen ist. Zudem ist die Technologie nahezu immer gegenüber Mehrweg-Interferenzen. Das wissenschaftliche Ziel ist die Demonstration eines kombinierten Lokalisations- und Kommunikationsnetzwerks zum Auslesen von Sensordaten, die auf der ISS und darüber hinaus für die bemannte Raumfahrt und zukünftige Explorationsmissionen genutzt werden können.

Parallel zum ISS Flugexperiment läuft das Bodenreferenzmodell im EDEN ISS Greenhouse in der Antarktis. Die WICO Experiment-Hardware besteht aus 7 drahtlosen Modulen, sowie einer Zentraleinheit, die über USB mit Strom versorgt wird. Die gewonnenen Ergebnisse könnten u.a. im maritimen Bereich oder überall dort eingesetzt werden, wo GPS-Signale nicht durchdringen, sei es im Indoor-Bereich oder z.B. im Bergbau. Das Experiment ist abgeschlossen und die Hardware wird derzeit im Labor untersucht.

KONTAKT:
DLR Institut für Avioniksysteme, Bremen, Martin Drobczyk
E-Mail: Martin.Drobczyk@dlr.de, Internet: DLR.de

METERON SUPVIS Justin
Das Weltall ist eine extrem unwillkürliche Umgebung für Menschen und Maschinen. Die Erforschung des Sonnensystems erfordert den Einsatz von Robotern als Forscher, um Planeten und Monde zu erkunden, bevor Menschen dort eintreffen. Funksignale brauchen einige Zeit, um von einem Raumfahrzeug die Oberfläche zu erreichen, und ein fortwährender Kontakt ist nicht immer möglich. Ein Roboter muss daher in der Lage sein, zwischen den einzelnen Kontakten autonom zu handeln, und er muss mit verzögerten Befehlen umgehen können. Von der ISS benutzt die Astronauten einen Tablet-PC mit einer intuitiv bedienbaren App, um den humanoiden Roboter Rollin Justin vom DLR zu steuern. Rollin Justin soll in einer simulierten planetaren Forschungsstation Komponenten und Systeme zusammenbauen und Wartungsarbeiten durchführen. Bei METERON SUPVIS Justin arbeiten Mensch und Maschine Hand in Hand. Von der ISS aus weisen Astronauten über einen Tablet-PC dem Roboter Rollin Justin komplexe Explorationsaufgaben zu, die der humanoide „Arbeitskollege“ dann im DLR-Institut für Robotik und Mechatronik weitgehend selbstständig bewältigt – ein wichtiges KI-Experiment für kommende Weltraummissionen sowie die Industrieautomation der Zukunft. Kooperationspartner sind die ESA, die Danish Aerospace Company (DAC) und das German Space Operations Center (GSOC).

KONTAKT:
DLR Institut für Robotik und Mechatronik, Weßling,
Dr. Neal Y. Liu, E-Mail: Neal.Liu@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr



DESIS – DLR Earth Sensing Imaging Spectrometer
DESIS ist ein fortschrittliches Hyperspektralinstrument für die MUSES-Plattform (Multiple User System for Earth Sensing) der Firma Teledyne Brown Engineering (TBE) an Bord der Internationalen Raumstation (ISS). Mit einem Minimum an optischen Komponenten deckt die robuste und kompakte Optiken sichtbaren und nahen Infrarotbereich des elektromagnetischen Spektrums mit einer hohen spektralen Auflösung ab. Die mechanischen und optischen Eigenschaften qualifizieren DESIS für Anwendungen wie Land- und Forstwirtschaft, Landbedeckungsanalyse und multitemporale Umweltüberwachung. Die Daten werden seit 2018 von TBE und DLR gemeinsam genutzt und auch für kommerzielle und wissenschaftliche Partner bereitgestellt.

KONTAKT:
DLR Köln, Strategische Services, Uwe Knodt
E-Mail: Uwe.Knodt@dlr.de, Internet: DLR.de



MarconiSS2a
MarconiSS2a ist ein „Spectrum Analyzer“-Experiment, das von August 2018 bis Februar 2019 auf der Internationalen Raumstation (ISS) installiert wurde und die Auslastung von Funkkanälen für die Satellitenkommunikation gemessen hat. Die Hauptkomponente – der Spectrum Analyzer LimeSDR – wurde an bereits vorhandene Antennen von ARIS (Amateur Radio on the ISS) angeschlossen, die sich außerhalb des COLUMBUS-Moduls befinden. Der Spectrum Analyzer wurde per USB mit Strom versorgt und für die Steuerung, Datenspeicherung und Datenweiterleitung an einen ESA Astro Pi angeschlossen. Nach der Installation benötigte es keinen weiteren Eingriff der AstronautInnen, der Betrieb lief voll automatisch ab und generierte globale Heatmaps der Frequenznutzung.

Design und Entwicklung wurden von Studierenden der TU Berlin in einem freiwilligen Projekt durchgeführt. Die Aufgaben umfassten das Design des Gehäuses, Entwicklung von Software und die Verifikation des Systems, insbesondere Temperaturtests, Vibrationsstress und Fit-Tests. Dabei wurden sie vom DLR und der ESA bei Projektplanung und -durchführung unterstützt. Seit dem Betriebende des Systems arbeiten Studierende an Algorithmen zur Visualisierung und Auswertung der Daten.

KONTAKT:
Technische Universität Berlin, Institut für Luft- und Raumfahrt,
Dr.-Ing. Martin von der Ohe
E-Mail: Martin.VonderOhe@tu-berlin.de
Internet: www.marconissa.com



MetabolicSpace & SPACETEX-2 Eine komfortable Kombination
Beide Experimente wurden schon in der Planungsphase der HORIZONS Mission miteinander verknüpft, um Crewtime zu sparen und den wissenschaftlichen Output durch Teilen der erhaltenen Daten zu erhöhen. Beim Experiment MetabolicSpace des Instituts für Luft- und Raumfahrttechnik der TU Dresden handelt es sich um ein Körper tragbares Analysesystem für Körper- und Stoffwechselfunktionen. Bisherige Messsysteme konnten nicht direkt am Körper getragen werden, Kabel und Schläuche behinderten die Astronauten beim Training und waren nur für kurze Zeit einsetzbar. MetabolicSpace hingegen ist ein tragbares, autarkes System, das beim Training einfach über die Kleidung getragen werden kann. Die Daten (Atemgasanalyse, Atmungsfrequenz, Herzschlag, Körpertemperatur) werden drahtlos an einen Laptop gesendet und ausgewertet. MetabolicSpace ist geeignet, um die Gesundheit und körperliche Fitness von Astronauten zu überwachen und könnte zukünftig auch im Bereich des Weltraumtourismus oder für die Diagnose von Patienten und Sportlern eingesetzt werden.

Den Komfort von Astronauten während des Trainings verbessern hatte auch das Experiment SPACETEX-2 der Hohenstein Institute, Charité Berlin und DLR zum Ziel. Aufgrund der Schwerelosigkeit ist beim täglichen Sportprogramm der Astronauten die Wärmeabgabe des Körpers reduziert, weshalb die Verunststungskühlung der Sportsuits mittels eines neuen Hightech-Stoffes erhöht wurde. Das Vorgängermodell des Experimentes, SPACETEX, war bereits erfolgreich bei der Blue-Dot-Mission im Jahr 2014 eingesetzt worden. Die Textilien von SPACETEX-2 konnten aufgrund der damaligen Ergebnisse nochmals verbessert werden und hielten der Anforderung unter Weltraumbedingungen deutlich besser stand. Die Hightech-Stoffe von SPACETEX-2 steigern den Komfort der Astronauten auf der ISS und zukünftigen Langzeitmissionen, liefern aber auch wichtige Erkenntnisse für Kühltextilien für extreme Klimata auf der Erde.

KONTAKTE:
Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, Bönningheim, Dr. Jan Beiriger
E-Mail: j.beiriger@hohenstein.de, Internet: hohenstein.com
Technische Universität Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrt,
Dr.-Ing. Tino Schmiel
E-Mail: Tino.Schmiel@tu-dresden.de, Internet: tu-dresden.de/lfrfs



Alpha Magnetic Spectrometer AMS-02
AMS-02 ist am 16. Mai 2011 an Bord der Mission STS-134 zur Internationalen Raumstation gestartet und wurde am 19. Mai 2011 an seiner Position an der erdabgewandten Seite des Truss-Elements S3 angebracht. Mit dem Spektrometer wird die kosmische Strahlung, die in Form von bis zu 2000 Teilchen pro Sekunde aus dem Weltall auf den Detektor herunterprasselt, untersucht. In der Strahlung können sich Antimaterieteilchen und Spuren aus der Dunklen Materie befinden. Nach derzeitigen Erkenntnissen macht die Dunkle Materie etwa 25 Prozent der Energiedichte im Universum aus. Kernstück des komplexen Detektors ist ein starker Magnet, der geladene Teilchen aus ihrer Bahn ablenkt. Er wird ergänzt durch verschiedene Detektoren, mit denen sich Masse, Ladung und Energie der Teilchen bestimmen lassen. Anhand dieser Eigenschaften ist es möglich, die Teilchen zu identifizieren. Der vier Meter große und fast 7 000 Kilogramm schwere AMS-02 Detektor wurde von einer internationalen Kollaboration mit 56 Forscherinstitutionen aus 16 Ländern in enger Zusammenarbeit mit der NASA konzipiert. In Deutschland sind das Physikalische Institut der RWTH Aachen und das Institut für Experimentelle Teilchenphysik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) an AMS beteiligt. Sie sind unter anderem für den Übergangsröhrendetektor, Komponenten des Spurdetektors und eine seitliche Teilchenschirmung verantwortlich. Das DLR Raumfahrtmanagement fördert das Vorhaben.

KONTAKT:
Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Teilchenphysik, Prof. Dr. Wim de Boer, E-Mail: Wim.De.boer@kit.edu
Internet: http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~deboer/



Immuno-2
Neben Schwerelosigkeit und Strahlung schwächen vielfältige Stressfaktoren wie Isolation, Arbeitsbelastung und Störungen des Schlafrythmus das Immunsystem des Astronauten. Mit vergleichbaren Problemen des Abwehrsystems, teilweise ausgelöst durch dieselben Stressfaktoren, haben sowohl Gesunde und vor allem aber Schwerverrannte auf der Erde zu kämpfen. In beiden Fällen muss einseitig eine ausreichende Abwehr zum Schutz vor Krankheitserregern vorhanden sein, andererseits darf das Immunsystem auch nicht überaktiviert werden, um Folgen wie Allergien und Autoimmunkrankheiten zu vermeiden. Immuno-2 verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz, der biochemische Analysen mit psychologischen Tests kombiniert, um Veränderungen des Immunsystems und den Hormonspiegel von ISS-Astronauten mit deren Stressbelastung korrelieren zu können. Durch Vergleiche mit Isolations- und Bettreuestudien auf der Erde werden Erkenntnisse über die Rolle der Faktoren gewonnen, die das Immunsystem in ein Ungleichgewicht bringen und über die zuläure Immunabwehr allgemein. Ziel der Experimentierseite ist es, die neurologischen und immunologischen Mechanismen zu verstehen und dieses Wissen zu nutzen, um wirksame Gegenmaßnahmen zu entwickeln. Die neurophysiologischen und biochemischen Erkenntnisse sollen dabei helfen, neue therapeutische Maßnahmen für den Einsatz an Astronauten wie für den Schwerverrannten in der Intensivmedizin, aber auch auftretende Maßnahmen für den gesunden Menschen zu entwickeln.

KONTAKTE:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Markus Braun
E-Mail: M.Braun@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr
Ludwig-Maximilians-Universität München,
Prof. Dr. Alexander Chouker, E-Mail: Achouker@med.uni-muenchen.de



Myotones – Muscle Tone in Space
Beim MYOTONES Experiment werden erstmals die Veränderungen der grundlegenden biomechanischen Eigenschaften der Skelettmuskulatur in Schwerelosigkeit mit einer nicht-invasiven Methode untersucht. Das kleine tragbare MyotonPRO Messgerät setzt dabei kurze mechanische Impulse auf die Hautoberfläche und registriert die Oszillationsschleife des darunter liegenden Muskels. Die Daten geben Muskelspannung, die Elastizität, die Steifigkeit und den Tonus (Muskelspannung) des untersuchten Muskels im Ruhezustand. Erstmals ist es dadurch möglich, den Muskelstatus (muscle health), schnell und einfach zu bestimmen. Die Technik wurde bereits in Bettnahe-Untersuchungen erfolgreich angewendet und die Weltraumtauglichkeit des Geräts für Missionen auf der Schwerelosigkeit in Parabelliegen nachgewiesen. Zusätzlich zur Überwachung der physiologischen Parameter von Astronauten auf der ISS lässt sich mit dieser Methode auch der Erfolg von Gegenmaßnahmen gegen Muskel- und Knochenchwund in Form von Sportprogrammen vor, während und nach Aufenthalt auf der ISS überwachen und besser bewerten. Auf der Erde werden die Erkenntnisse genutzt, um Rehabilitations- und Trainingsprogramme als Maßnahmen gegen Muskel- und Knochenchwund zu verbessern und die Trainingsfolge im Fitness- und Leistungssport zu bewerten.

KONTAKTE:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Markus Braun
E-Mail: M.Braun@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr
Charité Universitätsmedizin Berlin
Charité-Centrum für Grundlagemedizin (CCM)
Integrative Neuroanatomie / NeuroMuskuläres System
Centrum für Weltraummedizin & Extreme Umwelten
Prof. Dr. renaud Dieter Blotter
E-Mail: Dieter.Blotter@charite.de, Internet: www.charite-in-space.de
Deutsche Sporthochschule Köln
Prof. Dr. Kirsten Albracht, E-Mail: Albracht@dshs-koeln.de



Spheres Tether Slosh / WiseNet
Im Tether Slosh Experiment von Airbus und der ArianeGroup wurden drei miteinander verbundene „Satelliten“ benutzt, einer von ihnen mit einer Flüssigkeit gefüllt und nicht steuerbar. Somit konnte das Abschleppen eines steuerungslosen Satelliten simuliert werden, der von zwei Satelliten abgeschleppt wird. Die mit einem Seil verbundenen Objekte wurden in der Raumstation positioniert und die „Schubregelung“ der beiden Satelliten schleppte den Wasserkant gezielt ab. Die Experimentdaten wurden mit Hilfe des WiseNet von Airbus übertragen. Die beteiligten Partner versprachen sich durch den Versuch ein besseres Verständnis für die Dynamik von Flüssigkeitsbewegungen bei Beschleunigung in der Schwerelosigkeit und deren Einfluss auf die Bahnmehchanik. Dies kann wichtige Hinweise für die Entwicklung von On-Orbit Servicing Raumfahrzeugen liefern.

KONTAKT:
Airbus, Hans-Jürgen Zachrau
E-Mail: HZachrau@airbusshouston.com
Internet: www.airbus.com



Spheres Tether Slosh / WiseNet
Die Experimentidee, Experimentspezifikation als auch die Experimentauswertung mittels numerischer Simulationsstools wurde von ArianeGroup entwickelt bzw. durchgeführt. Die Projektverantwortung für die Durchführung auf der ISS lag bei Airbus DS Space Systems in Houston. Für den Experimentaufbau war das Massachusetts Institute of Technology (MIT) im Unterauftrag zu Airbus DS Houston zuständig. Die Experimentdaten wurden u.a. mit Hilfe des WiseNet Systems von Airbus aufgezeichnet. Die Validierung numerischer Simulationssoftware anhand von Experimenten unter Schwerelosigkeit stellt eine Grundvoraussetzung für die Generierung von De-orbit Strategien dar.

KONTAKT:
ArianeGroup GmbH, Bremen, Dr. Kai Philipp Behrui
E-Mail: Philipp.Behrui@ariane.group
Internet: www.ariane.group



WISENET-1
Mit dem Wireless-Sensor Network (Wise-Net), das Airbus für das DLR entwickelt hat, sollen bestimmte Umgebungsparameter der Raumstation ISS regelmäßig untersucht werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Niederspannungshochfrequenz (RF)-Netzes. Sensornetze mit geringer Leistung wurden im Columbus-Labor der ESA auf der ISS platziert. Diese Sensoren bilden ein drahtloses Netzwerk zur Überwachung von Umgebungsparametern wie Temperatur, Druck, Luftfeuchtigkeit und Lichtintensität. Die gesammelten Daten werden per Funk an eine Basisstation übertragen. Mit der WiseNet Technologie können Bodenstationen wie Astronauten kontinuierlich ihre Umgebung überwachen und sind sofort über Änderungen im Columbus Labor informiert. Ein erster Schritt zum Internet of Things im Weltall - Smart Space analog zum Smart Home.

KONTAKT:
Airbus, Hauke Ernst
E-Mail: Hauke.Ernst@airbus.com
Internet: www.airbus.com



CIMON
Das Technologie-Experiment CIMON ist eine Art „fliegendes Gehirn“ – ein autonom handelnder Astronautenassistent. Ausgestattet mit künstlicher Intelligenz unterstützt dieses weltweit einmalige Technologieexperiment die Arbeit der Astronauten auf der ISS und soll weitere Fortschritte in den Bereichen Industrie 4.0, Medizin und Pflege sowie Bildung vorantreiben. Airbus: CIMON wurde erstmals von ESA Astronaut Alexander Gerst während seiner horizons - Mission eingesetzt. Mit dem Experiment sollte unter anderem gezeigt werden, dass ein Assistent mit Mensch-Maschine Interaktion Astronauten bei ihren Missionen hilfreich unterstützen kann. Ein Vorteil ist hierbei die sprachgesteuerte Bedienung von CIMON, damit der Astronaut beide Hände frei zum Arbeiten. CIMON wurde von Airbus gemeinsam mit IBM und dem Klinikum der LMU München im Auftrag des DLR mit Mitteln des BMWI für den Einsatz im Columbus Labor entwickelt und gebaut. Für die Idee und Entwicklung des digitalen Assistenten CIMON, erhielt Airbus in der Kategorie Großunternehmen den Deutschen Innovationspreis 2019.

KONTAKTE:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Christian Karasch
E-Mail: Christian.Karasch@dlr.de
Internet: DLR.de/dlr
Airbus, Till Eisenberg
E-Mail: Till.Eisenberg@airbus.com
Internet: www.airbus.com
IBM Deutschland GmbH, Matthias Biniok
E-Mail: Matthias.Biniok@de.ibm.com
Internet: www.ibm.com/de

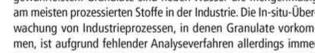
Ludwig-Maximilians-Universität München,
Dr. Judith-Irina Buchheim
E-Mail: Judith-Irina.Buchheim@med.uni-muenchen.de



Soft Matter Dynamics
Mit der ESA-Experimentalanalyse Soft Matter Dynamics (SMD) soll die Dynamik weicher Materie erfasst und beschrieben werden. Zu dieser Materie zählen Schäume, Emulsionen und Granulate, bestehend aus kleinen Partikeln. Als nationale Beistellung zu SMD wurden im Auftrag des DLR-Raumfahrtmanagements Probenzellen für Granulatexperimente von Airbus gebaut. In diesen wird die Dynamik in verschiedenen dichten Granulaten untersucht. Solche Vorgänge finden sich in vielen industriellen Prozessen, beispielsweise beim Transport und bei der Verarbeitung von Getreide, Kunststoff-Granulat, Sand, Kien oder Gips und Zement. Das Verhalten von granularen Medien ist nur unzureichend untersucht und von großer Bedeutung für das Prozessieren von Schüttgütern, sowie für die Auslegung, Steuerung und Optimierung entsprechender Anlagen. Da die Granulate auf der Erde sehr schnell sedimentieren, kann deren Dynamik nur unter Schwerelosigkeit untersucht werden. Des Weiteren sind Messungen über das Langzeitverhalten für Modellierungen und die Verbesserung von Algorithmen unabdingbar. Diese Voraussetzungen kann nur die ISS gewährleisten. Granulate sind neben Wasser die mengenmäßig am meisten prozessierten Stoffe in der Industrie. Die In-situ-Überwachung von Industrieexperimenten, in denen Granulate vorkommen, ist aufgrund fehlender Analyseverfahren allerdings immer noch sehr schwierig. Mit den COMPRAN-Experimenten in SMD soll daher einerseits das Verhalten von Granulaten schlüsselt und deren theoretische Beschreibung ermöglicht werden. Andererseits werden Messverfahren für die In-situ-Analyse granularer Medien entwickelt, die auch für die industrielle Prozessüberwachung von großem Interesse sind.

KONTAKTE:
DLR Institut für Materialphysik im Weltraum, Köln,
Prof. Dr. Matthias Sperl
E-Mail: matthias.sperl@dlr.de, Internet: www.dlr.de/mp

Airbus, Olaf Schoele-Schulz
E-Mail: Olaf.Schoele-Schulz@airbus.com
Internet: www.airbus.com



MagVector/MFX-2
MagVector/MFX-2 untersucht die Wechselwirkungen des Erdmagnetfelds mit einem variablen elektrischen Leiter bei hoher Geschwindigkeit. Die ISS fliegt mit einer Geschwindigkeit von ca. 28.000 Stundenkilometern durch das Erdmagnetfeld. MFX-2 wird mit unterschiedlichen Materialproben, wie Chondriten und Nickel-Eisen-Meteoriten, bestückt. Hochempfindliche Magnetfeldsensoren messen rund um die Probe die lokale Feldstärke, die durch die Wechselwirkung beim Durchfliegen des Erdfeldes eventuell verändert wird. Das Erdmagnetfeld wirkt wie ein Schild, das unseren Planeten vor schädlicher kosmischer Strahlung, hochenergetischen Teilchen und Teilchenschauern durch koronalen Massenauswurf der Sonne schützt. Diese würden sonst die Atmosphäre nachhaltig schädigen und lebenswichtige Infrastruktur wie Telekommunikations- und Navigationssatelliten im Weltraum sowie Stromnetze auf der Erde beeinträchtigen.

Das Experiment kann nur auf der ISS durchgeführt werden und bietet der Astrophysik völlig neue Simulationsmöglichkeiten über die reine Beobachtung hinaus. Die Erkenntnisse können einfließen in die Entwicklung neuer Antriebe in der Luftfahrt oder dem Schutz von Raumfahrzeugen vor Strahlung.

KONTAKTE:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Volker Schmidt
E-Mail: Volker.Schmidt@dlr.de
Internet: DLR.de/dlr
Airbus, Detlev Konjorski
E-Mail: Detlev.Konjorski@airbus.com
Internet: www.airbus.com



FLUMIAS-DEA
Das von der TILL ID entwickelte und von Airbus integrierte, hochkompakte und robuste FLUMIAS-3D-Fluoreszenzmikroskop arbeitet nach dem Prinzip der „Strukturierten Beleuchtung“. Dadurch kann es mit einem Nettovolumen von weniger als 5 Liter die Qualität eines gewöhnlich tiefgeschliffenen Konfokalmikroskops erreichen und erfüllt damit alle Anforderungen an ein hochauflösendes 3D-Fluoreszenzmikroskop zum Einsatz im Weltraum. Mit FLUMIAS-DEA konnten wir den Nachweis führen, dass im Weltall hochauflösende 3D-Fluoreszenzbilder von menschlichen Zellen in Echtzeit aufgenommen, gespeichert und für eine externe Analyse übertragen werden können. Damit rückt eine quantitative und dynamische Analyse subzellularer Strukturen (z.B. des Zytoskeletts) auf der ISS in den Bereich des Möglichen. Sie wird unser Wissen über die Dynamik zellulärer Reaktionen und Anpassungen an die Weltraumumgebung erheblich erweitern.

KONTAKTE:
DLR Raumfahrtmanagement, Bonn, Dr. Markus Braun
E-Mail: M.Braun@dlr.de, Internet: DLR.de/dlr

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universität Zürich,
Prof. Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich und Dr. Cora S. Thiel
E-Mail: Oliver.Ullrich@uzh.ch und Cora.Thiel@uzh.ch

TILL ID GmbH, Dr. Rainer Uhl, E-Mail: Uhl@till-id.com
Airbus, Bernd Hummelberger
E-Mail: Bernd.Hummelberger@airbus.com
Internet: www.airbus.com



Gene Control Prime
Welchen Einfluss hat die Schwerkraft auf die Genregulation und die Funktion von Immunzellen? Diese Frage soll die Experimentierserie „Gene Control Prime“ beantworten und nach den genischen Ursachen von Immunschwächen in Schwerelosigkeit suchen. Die Erkenntnisse können helfen, neue Einblicke in die Anpassungsprozesse menschlicher Zellen an unterschiedliche Umgebungskräfte zu geben. Das kann zu neuen Behandlungsmöglichkeiten von Erkrankungen des Immunsystems und des Bewegungsapparates führen. Airbus: Nur die ISS bietet die Möglichkeit lang anhaltender Versuchsreihen in Mikrogravitation. Mit Gene Control Prime wurde deren Einfluss auf die Funktion von Immunzellen untersucht, um nach den Ursachen von Immunschwächen auf Ebene der Genregulation zu suchen. Dies ist wichtig für spätere Langzeitmissionen von Astronauten. Möglich sind auch Erkenntnisse für die Entwicklung neuer Therapien auf der Erde.

KONTAKTE:
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universität Zürich,
Prof. Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich und Dr. Cora S. Thiel
E-Mail: Oliver.Ullrich@uzh.ch und Cora.Thiel@uzh.ch

Airbus, Christian Bruderek
E-Mail: Christian.Bruderek@airbus.com
Internet: www.airbus.com



KEPLER ISS
Das vom Raumfahrtmanagement des DLR mit Mitteln des BMWI geförderte Projekt (50JR1701) wird an den Universitäten Bonn und Bochum durchgeführt. Sie arbeiten seit 2013 daran, die Bilder und Videos des High Definition Earth Viewing (HDEV)-Programms der NASA in den Unterricht zu bringen. Dabei handelt es sich um vier handelsübliche HD-Webcams, die im April 2014 von dem kanadischen Roboterarm der ISS am Columbus External Payload Adapter (CEPA) befestigt wurden. Ein Live-Stream auf www.columbus-eye.rub.de macht die Bilder von HDEV für die Öffentlichkeit zugänglich. Das Hauptaugenmerk des Portals liegt jedoch auf den interaktiven „Unterrichtseinheiten“. Diese reichen von einfachen Arbeitsblätter bis hin zu Augmented Reality Apps für die Fächer Geographie, Physik, Mathematik und Biologie. Sie ermuntern die Schülerinnen und Schüler eigene Analysen zur Erdebeobachtung von der ISS anzustellen. Lehrerfortbildungen und Schulbesuche bringen nicht nur die Video-Highlights und die Unterrichtseinheiten in die Klassenzimmer, sondern informieren auch über die Missionen von Alexander Gerst „Blue Dot“ und „horizons“.

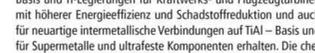
Die Aktualität der thematisierten Ereignisse wird genutzt, um den Schülerinnen und Schülern das Gefühl zu geben, selbst daran teilzuhaben und eigenständig wissenschaftliche Analysen zu Phänomenen des gekoppelten Mensch-Umwelt Systems anzustellen, um so zum Beispiel die Ursachen und Auswirkungen von Desertifikationsprozessen und Algenblüten zu erörtern.

KONTAKT:
Geographisches Institut der Ruhr-Universität, Bochum,
Dr. Andreas Rienow
E-Mail: Andreas.Rienow@rub.de
Internet: www.columbus-eye.rub.de



THERMOLAB
Primäres Ziel des materialwissenschaftlichen Vorhabens ThermoLab-ISS (Präzisionsmessungen thermophysikalischer Eigenschaften von Metallschmelzen im COLUMBUS Labor der Internationalen Raumstation) war und ist die Messung thermophysikalischer Oberflächeneigenschaften und Volumeneigenschaften von Metallschmelzen unter Verwendung der elektromagnetischen Levitationsanlage MSL EML. Die Messungen bei Temperaturen zwischen 500 und 2.200 °C wurden in 2017 / 2019 an einer Reihe von binären, ternären und komplexen glasbildenden Legierungen bis in den Bereich der tieferen Schmelze durchgeführt. Mit diesem Benchmarking konnten die thermophysikalischen Größen, welche den Wärme- und Stofftransport und das Fließverhalten von Metallschmelzen bestimmen, in variablen Magnetfeldern über große Temperaturintervalle mit einer Genauigkeit gemessen werden, die im Bodenlabor unerreichbar ist. Beteiligt sind etwa 25 internationale Arbeitsgruppen und Industrieunternehmen unter Federführung Deutschlands. Die Ergebnisse wurden für Metalle für neue hochfeste Stahlsorten im Automobilbereich, für neue Hochtemperaturwerkstoffe wie Ni-Basis und Ti-Legierungen für Kraftwerke- und Flugzeugturbinen mit höherer Energieeffizienz und Schadstoffreduktion und auch für neuartige intermetallische Verbindungen auf TiAl-Basis und für Supermetalle und ultraleichte Komponenten erhalten. Die chemisch aggressive Metallschmelze lassen sich auf der Erde keinesfalls so präzise untersuchen. Die gewonnenen Daten verbessern Computermodelle, um terrestrische Gießprozesse künftig noch effizienter zu machen. Die Ziele wurden vollumfänglich erreicht bzw. sogar weit übertroffen.

KONTAKT:
Universität Ulm, Institut für Mikro- und Nanomaterialien,
Prof. Dr. Hans Fecht
E-Mail: Hans.Fecht@uni-ulm.de



Verbindungselemente
Mit mehr als 40-jähriger Erfahrung in der Herstellung und Prüfung von Verbindungselementen ist Johann Maier ein geschätzter Partner der europäischen Luft- und Raumfahrtindustrie. Aber auch der internationale Motorsport, die Verteidigungs